

AA

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-087815

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl. H01S 3/08
H01S 3/07

(21)Application number : 09-242425

(71)Applicant : KOKUSAI DENSIN DENWA CO LTD
<KDD>

(22)Date of filing : 08.09.1997

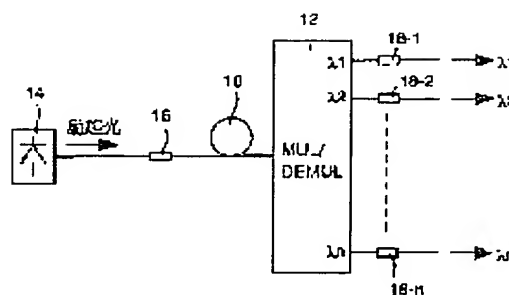
(72)Inventor : MIMURA HIDENORI
NODA YUKIO
NAKAI TETSUYA
TANI TOSHIO

(54) MULTI-WAVELENGTH LIGHT SOURCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-wavelength light source for simultaneously outputting the light of many wavelengths in a simple structure.

SOLUTION: One end of a light amplification fiber 10 to which Er is added is connected to the multiplex port of a wavelength demultiplexing element 12, and the other end of the light amplification fiber 10 is connected to a reflection element 16 for reflecting the light of 1.5 μm band but transmitting the excitation light (0.98 μm band or 1.48 μm band) of an excitation light source 14. The wavelength demultiplexing element 12 is an element, an array waveguide diffraction grating, for instance, for individually demultiplexing light inputted to the multiplex port to respective wavelengths λ_1 - λ_n , outputting it from individual wavelength ports corresponding to the respective wavelengths, synthesizing the light of the respective wavelengths λ_1 - λ_n inputted to the respective individual wavelength ports, and outputting it from the multiplex port. To the respective individual wavelength ports of the wavelength demultiplexing element 12, the reflection elements 18-1-18-n for selectively reflecting the corresponding wavelengths λ_1 - λ_n are connected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.09.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-87815

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H01S 3/08

H01S 3/08

Z

3/07

3/07

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-242425

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月8日

(71) 出願人 000001214

ケイディディ株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号

(72) 発明者 三村 榮紀

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電
信電話株式会社内

(72) 発明者 野田 行雄

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電
信電話株式会社内

(72) 発明者 中井 哲哉

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電
信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田中 常雄

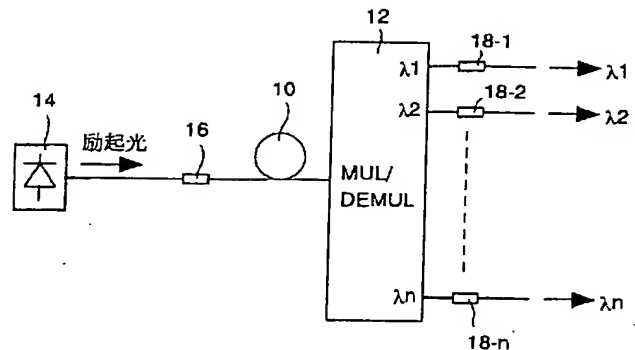
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多波長光源

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構造で多数の波長光を同時出力する多波長光源を提示する。

【解決手段】 E r を添加した光増幅ファイバ 10 の一端は波長多重化分離素子 12 の多重化ポートに接続し、光増幅ファイバ 10 の他端は、1.5 μ m 帯光を反射するが、励起光源 14 の励起光 (0.98 μ m 帯又は 1.48 μ m 帯) を透過する反射素子 16 に接続する。波長多重化分離素子 12 は、多重化ポートに入力する光を波各長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に個別に分離して、各波長に対応する個別波長ポートから出力すると共に、各個別波長ポートに入力する各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光を合波して多重化ポートから出力する素子、例えば、アレイ導波路回折格子である。波長多重化分離素子 12 の各個別波長ポートには、対応する波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を選択的に反射する反射素子 18-1 \sim 18-n が接続する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 励起光を発生する励起光源と、
当該励起光により励起されて、所定出力波長帯の光を増幅する光増幅手段と、

当該光増幅手段の一端と当該励起光源との間に接続し、
当該励起光源から当該光増幅手段への当該励起光を透過するが、当該所定出力波長帯を反射する第 1 の反射部材と、

当該光増幅手段の他端に接続され、当該光増幅手段からの光を複数に分離して個別波長ポートから出力すると共に、当該個別波長ポートに入力する光を合波して当該光増幅手段に出力する合分波手段と、

当該合分波手段の当該各個別波長ポートに接続し、当該個別波長ポートからの光を反射して当該個別波長ポートに戻す第 2 の反射部材とからなり、当該合分波手段及び当該第 2 の反射部材の少なくとも一方が、所望の出力波長に応じた波長特性を具備することを特徴とする多波長光源。

【請求項 2】 当該光増幅手段が、当該励起光により励起されて当該所定出力波長帯の光を発生する発光手段を具備する発光媒体からなる請求項 1 に記載の多波長光源。

【請求項 3】 当該発光手段が E_r からなり、当該励起光源が $1.48 \mu m$ 帯及び $0.98 \mu m$ 帯の何れか一方のレーザ光源からなる請求項 2 に記載の多波長光源。

【請求項 4】 当該発光媒体が当該発光手段として P_r を添加したフッ化物ファイバからなり、当該励起光源が $1.02 \mu m$ 帯レーザ光源からなる請求項 2 に記載の多波長光源。

【請求項 5】 当該光増幅手段が、当該励起光により励起されて、当該励起光とは異なる波長で発光する第 1 の発光手段、及び、当該第 1 の発光手段の発生する光により励起されて当該所定出力波長帯の光を発生する第 2 の発光手段を具備する発光媒体と、当該発光媒体の両側に配置され、第 1 の発光手段の発生する光を反射するが、当該所定出力波長帯の光を透過する第 3 の反射部材とからなる請求項 1 に記載の多波長光源。

【請求項 6】 当該発光媒体が E_r と T_m を添加したフッ化物ファイバからなり、当該第 3 の反射部材が $1.48 \mu m$ 帯を反射し、 $1.5 \mu m$ 帯を透過する反射部材からなり、当該励起光源が $1.06 \mu m$ 帯レーザ光源からなる請求項 5 に記載の多波長光源。

【請求項 7】 当該発光媒体が P_r と Y_b を添加したフッ化物ファイバからなり、当該第 3 の反射部材が $1.02 \mu m$ 帯を反射し、 $1.3 \mu m$ 帯を透過する反射部材からなり、当該励起光源が $0.98 \mu m$ 帯レーザ光源からなる請求項 5 に記載の多波長光源。

【請求項 8】 当該合分波手段が、当該発光手段からの光を複数の当該出力波長に分離して個別波長ポートから出力すると共に、当該個別波長ポートに入力する光を合

波して当該発光手段に出力する波長多重化分離手段である請求項 1 に記載の多波長光源。

【請求項 9】 当該第 1 の反射手段及び当該第 2 の反射手段が、ファイバ・グレーティングからなる請求項 1 に記載の多波長光源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多波長光源に関し、より具体的には、波長分割多重光伝送システムに使用可能な多波長光源に関する。

【0002】

【従来の技術】波長分割多重方式に適した、狭い波長間隔で複数の波長光を出力する従来の多波長光源は、基本的には、温度制御により発振波長を精密に制御した半導体レーザを並置した構成になっている。即ち、波長分割多重しようとする波長の数だけの、半導体レーザを用意しなければならない。

【0003】なお、半導体製造技術の向上により、互いに異なる波長でレーザ発振する半導体レーザを一体に製造し、1つの半導体基板上に複数の半導体レーザを近接して又は密接に配置することも可能になっているが、波長分割多重する波長数だけの半導体レーザを用意しなければならないことには変わりはない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来例では、波長数に比例して装置が大型化し、コストも増大するという問題点がある。

【0005】また、必要な波長を得るのに、複数の半導体レーザの中から発振波長が所望波長に近いものを選択し、更に、温度制御により発振波長を所望波長に一致させるという煩雑な作業が必要になり、コストを低減するのは極めて困難であった。多数の能動素子を使用するので、信頼性にも問題があった。

【0006】本発明は、このような問題点を解決し、簡単な構造で多数の波長光を同時出力する多波長光源を提示することを目的とする。

【0007】本発明はまた、より信頼性の高い多波長光源を提示することを目的とする。

【0008】本発明はまた、波長数が増しても大型化しない多波長光源を提示することを目的とする。

【0009】本発明はまた、より安価に製造できる多波長光源を提示することを目的とする。

【0010】本発明はまた、所望の波長光を長期安定的に出力する多波長光源を提示することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る多波長光源は、励起光を発生する励起光源と、当該励起光により励起されて、所定出力波長帯の光を増幅する光増幅手段と、当該光増幅手段の一端と当該励起光源との間に接続し、当該励起光源から当該光増幅手段への当該励起光を

透過するが、当該所定出力波長帯を反射する第 1 の反射部材と、当該光増幅手段の他端に接続され、当該光増幅手段からの光を複数に分離して個別波長ポートから出力すると共に、当該個別波長ポートに入力する光を合波して当該光増幅手段に出力する合分波手段と、当該合分波手段の当該各個別波長ポートに接続し、当該個別波長ポートからの光を反射して当該個別波長ポートに戻す第 2 の反射部材とからなり、当該合分波手段及び当該第 2 の反射部材の少なくとも一方が、所望の出力波長に応じた波長特性を具備することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】合分波手段及び第 2 の反射部材により出力波長が決定され、光増幅手段は、単に出力波長帯を光増幅するものであればよいので、高度な温度制御無しに安定した複数の波長の光を同時に得ることができる。

【 0 0 1 3 】波長数の増加も、合分波手段及び第 2 の反射部材で対応できるので、波長数の増加によっても装置が大型化しない。

【 0 0 1 4 】簡単な構造で、しかも安価な素子で実現できるので、製造コストを大幅に低減できる。構造が簡単なので、長期に安定した動作を期待でき、信頼性が高い。

【 0 0 1 5 】光増幅手段は、例えば、当励起光により励起されて当該所定出力波長帯の光を発光する発光手段を具備する発光媒体からなる。発光手段を E_r とし、励起光源を $1.48\mu\text{m}$ 帯及び $0.98\mu\text{m}$ 帯の何れか一方のレーザ光源とすることで、 $1.5\mu\text{m}$ 帯の多波長光源を実現できる。また、発光媒体を P_r を添加したフッ化物ファイバとし、励起光源を $1.02\mu\text{m}$ 帯レーザ光源とすることで、 $1.3\mu\text{m}$ 帯の多波長光源を実現できる。

【 0 0 1 6 】光増幅手段が、励起光により励起されて、励起光とは異なる波長で発光する第 1 の発光手段、及び、当該第 1 の発光手段の発生する光により励起されて所定出力波長帯の光を発光する第 2 の発光手段を具備する発光媒体と、発光媒体の両側に配置され、第 1 の発光手段の発生する光を反射するが、所定出力波長帯の光を透過する第 3 の反射部材とからなる。これにより、第 1 の発光手段の出力光が発光媒体内に閉じ込められることにより、第 2 の発光手段を強く励起できる。この結果、第 2 の発光手段に非常に高強度の光を発生させることができ、高強度の多波長光源を実現できる。

【 0 0 1 7 】発光媒体を E_r と T_m を添加したフッ化物ファイバとし、第 3 の反射部材を $1.48\mu\text{m}$ 帯を反射し、 $1.5\mu\text{m}$ 帯を透過する反射部材とし、励起光源を $1.06\mu\text{m}$ 帯レーザ光源とすることで、 $1.5\mu\text{m}$ 帯の高強度の多波長光源を実現できる。

【 0 0 1 8 】また、発光媒体を P_r と Y_b を添加したフッ化物ファイバとし、第 3 の反射部材を $1.02\mu\text{m}$ 帯を反射し、 $1.3\mu\text{m}$ 帯を透過する反射部材とし、励起光源を $0.98\mu\text{m}$ 帯レーザ光源とすることで、 1.3

μm 帯の高強度の多波長光源を実現できる。

【 0 0 1 9 】合分波手段を、当該発光手段からの光を複数の当該出力波長に分離して個別波長ポートから出力すると共に、当該個別波長ポートに入力する光を合波して当該発光手段に出力する波長多重化分離手段とすることで、波長分離多重光通信方式に適した所定波長間隔の複数の波長を簡単に得ることができる。

【 0 0 2 0 】第 1 及び第 2 の反射手段をファイバ・グレーティングとすることで、入出力光の結合効率が良くなり、製造も容易になる。更には、出力波長の決定が容易になり、狭帯域の出力光を得やすいという利点がある。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】図 1 は、本発明の第 1 実施例の概略構成ブロック図を示す。図 1 に示す実施例では、 $1.5\mu\text{m}$ 帯の波長分割多重光通信システムに適した $1.5\mu\text{m}$ 帯の複数の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のレーザ光を同時出力する。

【 0 0 2 3 】10 は、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を包含する $1.5\mu\text{m}$ 帯で発光する発光元素を添加した光増幅ファイバ（例えば、 E_r 添加光ファイバ）、12 は、多重化ポートに入力する光を各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に個別に分離して、各波長に対応する個別波長ポートから出力すると共に、各個別波長ポートに入力する各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光を合波して多重化ポートから出力する波長多重化分離素子（例えば、アレイ導波路回折格子又はブレース型回折格子）である。

【 0 0 2 4 】14 は、光増幅ファイバ 10 に添加された発光元素を励起する励起光（波長 λ_p ）を発生する励起光源である。励起光源 14 は、例えば、 $0.98\mu\text{m}$ 帯又は $1.48\mu\text{m}$ 帯でレーザ発振する半導体レーザからなる。

【 0 0 2 5 】16 は、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を 100% 反射するが、励起光を透過する反射素子、 $18-1 \sim 18-n$ はそれぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ をほぼ 100% 反射する反射素子である。

【 0 0 2 6 】光増幅ファイバ 10 の一端は波長多重化分離素子 12 の多重化ポートに接続し、光増幅ファイバ 10 の他端は、反射素子 16 に接続する。反射素子 16 の反対側から、励起光源 14 からの励起光が反射素子 16 を介して光増幅ファイバ 10 に供給されるようになっている。波長多重化分離素子 12 の各個別波長ポートには、対応する波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を選択的に反射する反射素子 $18-1 \sim 18-n$ が接続する。

【 0 0 2 7 】本実施例の動作を説明する。励起光源 14 が出力する励起光は、反射素子 16 を透過して光増幅ファイバ 10 に入射する。反射素子 16 は、 $0.98\mu\text{m}$ 帯又は $1.48\mu\text{m}$ 帯をほぼ 100% 透過するように設定されているので、励起光源 14 から出力される励起光はほぼ無損失で光増幅ファイバ 10 に入力する。

【0028】光増幅ファイバ10に入った励起光は、光増幅ファイバ10内の発光元素を励起して、1.5 μ m帯で発光させる。光増幅ファイバ10に添加された発光元素が発生する1.5 μ m帯の光は、反射素子16と波長多重化分離素子12に向かって伝搬する。反射素子16に向かった1.5 μ m帯の光は反射素子16によりほぼ100%反射されて、再び光増幅ファイバ10に入射する。

【0029】他方、波長多重化分離素子12に入射した1.5 μ m帯光は、波長多重化分離素子12により各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に波長分離されて個別波長ポートから出力される。波長多重化分離素子12の個別波長ポートから出力された各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光は、それぞれ、反射素子18-1 \sim 18-nにより反射され、同じ個別波長ポートに入力して、再び多重化される。波長多重化分離素子12により再び多重化された光は、光増幅ファイバ10に入力し、ここで光増幅されて、反射素子16に到達し、反射素子16により反射される。

【0030】このようにして、光増幅ファイバ10に添加された発光元素が発生する1.5 μ m帯の光の内、波長多重化分離素子12及び反射素子18-1 \sim 18-nにより波長分離及び反射される波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光成分が、反射素子16と反射素子18-1 \sim 18-nの間をラウンドトリップし、光増幅ファイバ10での誘導放出により終にはレーザ発振するに至る。勿論、レーザ発振出力を必要としない場合には、レーザ発振させる必要は無い。1つの光増幅ファイバ10で多数の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を一括増幅でき、しかも、波長を厳密に制御するための温度制御が不要になるので、構成が簡単になって安価に製造できる。

【0031】反射素子18-1 \sim 18-nの反射率を100%未満とすることで、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のレーザ発振光が反射素子18-1 \sim 18-nを透過して、外部に出力される。即ち、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のレーザ発振光を個別に得ることができる。

【0032】図1に示す実施例と同じ構造で、1.3 μ m帯の多波長光源を実現できる。そのためには、光増幅ファイバ10をPr添加のフッ化物ファイバとし、励起光源14を1.02 μ m帯半導体レーザとする。勿論、反射素子16は、1.02 μ m帯を透過するが、1.3 μ m帯を100%反射する素子とし、波長多重化分離素子12は1.3 μ m帯の所望波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を波長分離及び多重化する素子とし、反射素子18-1 \sim 18-nは、1.3 μ m帯の所望波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を反射する素子とする。

【0033】次に、高出力化した本発明の第2実施例を説明する。図2はその概略構成ブロック図を示す。20は、発光元素としてErとTmを添加した光増幅ファイバ、22a、22bはTmの発光波長帯であって、Erの励起に使用される波長帯、具体的には1.47 μ m帯

及び/又は1.48 μ m帯光（以下、簡略に、1.48 μ m帯光と表記する。）を反射するが、1.5 μ m帯光を透過する反射素子、24は、波長多重化分離素子12と同じ機能の波長多重化分離素子、26は1.06 μ m帯でレーザ発振する励起光源、28は、1.06 μ m帯光を透過するが、1.5 μ m帯光を100%反射する反射素子、30-1 \sim 30-nはそれぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ をほぼ100%反射する反射素子である。

【0034】励起光源26の出力は、反射素子28及び反射素子22aを介して光増幅ファイバ20の一端に接続する。光増幅ファイバ20の他端は、反射素子22bを介して波長多重化分離素子24の多重化ポートに接続する。波長多重化分離素子24の個別波長ポートには、対応する波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を反射する反射素子30-1 \sim 30-nが接続する。

【0035】図2に示す実施例の動作を説明する。励起光源26が出力する1.06 μ m帯の励起光は、反射素子28及び反射素子22aを透過して光増幅ファイバ20に入射する。反射素子28、22aは、1.06 μ m帯光をほぼ100%透過するように設定されているので、励起光源26から出力される励起光はほぼ無損失で光増幅ファイバ20に入力する。

【0036】光増幅ファイバ20に入った励起光は、光増幅ファイバ20内の発光元素Tmを励起して、1.47 μ m帯及び1.48 μ m帯で発光させる。ここで発生した1.47 μ m帯光又は1.48 μ m帯光は、反射素子22a、22bにより反射されて、反射素子22a、22bの間、即ち、主として光増幅ファイバ20内に閉じ込められ、非常に高い光強度を具備するに至る。この高強度の1.48 μ m帯光は、光増幅ファイバ20の別の発光元素Erを励起して、1.5 μ m帯で発光させる。発生した1.5 μ m帯光は、反射素子22a、22bをほぼ無損失で透過して、反射素子28と波長多重化分離素子24に向かって伝搬する。反射素子28に向かった1.5 μ m帯光は反射素子28によりほぼ100%反射されて、再び光増幅ファイバ20に入射する。

【0037】他方、波長多重化分離素子24に入射した1.5 μ m帯光は、波長多重化分離素子24により各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に波長分離されて個別波長ポートから出力される。波長多重化分離素子24の個別波長ポートから出力された各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光は、それぞれ、反射素子30-1 \sim 30-nにより反射され、同じ個別波長ポートに入力して、再び多重化される。波長多重化分離素子24により再び多重化された光は、反射素子22bをほぼ無損失で透過して光増幅ファイバ20に入力し、ここで光増幅されて、反射素子22aをほぼ無損失で透過して反射素子28に到達し、反射素子28により反射される。

【0038】このようにして、光増幅ファイバ10に添加されたErが発生する1.5 μ m帯の光の内、波長多

重化分離素子24及び反射素子30-1~30-nにより波長分離及び反射される波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光成分が、反射素子28と反射素子30-1~30-nの間をラウンドトリップし、光増幅ファイバ20での誘導放出により終にはレーザ発振するに至る。勿論、図1に示す実施例と同様に、レーザ発振出力を必要としない場合には、レーザ発振させる必要は無い。1つの光増幅ファイバ20で多数の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を一括増幅でき、しかも、波長を厳密に制御するための温度制御が不要になるので、構成が簡単になって安価に製造できる。

【0039】反射素子30-1~30-nの反射率を100%未満とすることで、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のレーザ発振光が反射素子30-1~30-nを透過して、外部に出力される。即ち、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のレーザ発振光を個別に得ることができる。

【0040】図2に示す実施例では、主力すべき波長帯で発光する発光元素Erを直接する励起する励起光を反射素子22a, 22bにより光増幅ファイバ20内に閉じ込め、高強度にしているの、非常に高い励起効率を達成でき、非常に高強度の出力を得ることができる。

【0041】図2に示す実施例では、ErとTmを同じフッ化物ファイバと一緒に添加したが、Erを添加した発光媒体とTmを添加した発光媒体を別々に製造し、シリアルに接続しても良い。

【0042】図2に示す実施例と同じ構造で1.3 μ m帯の高強度多波長光源を実現できる。そのためには、光増幅ファイバ20をPr及びYbを添加したフッ化物ファイバとし、励起光源26を0.98 μ m帯半導体レーザとする。勿論、反射素子22a, 22bは1.02 μ m帯を選択的に100%反射するが、1.3 μ m帯を透過する反射素子とし、反射素子28は、0.98 μ m帯光を透過するが、1.3 μ m帯を100%反射する素子とし、波長多重化分離素子24は1.3 μ m帯の所望波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を波長分離及び多重化する素子とし、反射素子30-1~30-nは、1.3 μ m帯の所望波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を反射する素子とする。

【0043】この場合、励起光源26の発生する励起光が、光増幅ファイバ20内の発光元素Ybを励起して1.02 μ m帯光を発生させる。1.02 μ m帯光は反射素子22a, 22bにより光増幅ファイバ20内に閉じ込められ、光増幅ファイバ20内の別の発光元素Prを励起して1.3 μ m帯光を発生させる。1.3 μ m帯光に含まれる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光が、反射素子28と反射素子30-1~30-nの間をラウンドトリップして、最終的にレーザ発振する。

【0044】上記各実施例では、出力光の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 及びその品質は、波長多重化分離素子12, 24の波長分離(多重化)特性と各反射素子18-1~18-n, 30-1~30-nの反射波長特性の積により決定される。従って、各反射素子18-1~18-n, 30

1~30-nの代わりに、波長選択性の無い又は低い反射素子、又は、 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を全て反射する同じ特性の反射素子を使用しても良いことは明かである。また、波長多重化分離素子12, 24の波長分離性能が高ければ、各反射素子18-1~18-n, 30-1~30-nの反射波長特性は、中心波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に対して広めであっても良く、隣りの反射素子18-1~18-n, 30-1~30-nの反射波長特性と重なっても構わない。

10 【0045】また、光増幅ファイバ10, 20で十分な利得を得られる場合、波長多重化分離素子12, 24の代わりに、単に入力光を複数に分割し、複数の入力をつに合波する合分波素子を用いても良い。その場合には、各反射素子18-1~18-n, 30-1~30-nの反射波長特性により、出力光の波長を選定できる。但し、この構成では、波長数が増えるに従いその合分波素子での損失が増加するので、多くの出力波長を得るのには適さない。

20 【0046】図1に示す実施例では、光増幅ファイバ10と波長多重化分離素子12の間、図2に示す実施例では、反射素子22bと波長多重化分離素子24の間に、励起光源14, 26の出力する励起光の波長 λ_p を反射するが、光増幅ファイバ10, 20に添加された発光元素Erの発光する1.5 μ m帯、より具体的には、出力波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を透過する反射素子を配置しても良い。そうすると、光増幅ファイバ10, 20を伝搬した励起光が、その反射素子で反射されて再び光増幅ファイバ10, 20に入力するので、励起効率が向上する。

30 【0047】波長多重化分離素子12, 24としては、先に述べたように、アレイ導波路型回折格子又はブレース型回折格子を適用できるが、装置構成の容易さ、及び波長分割多重光通信方式との整合性の観点から、アレイ導波路型回折格子が適している。例えば、1×8チャネルの亜鈴導波路型回折格子を使用すると、チャネル間隔は1.6nmとなり、 λ_1 として1549.5nm、 λ_2 として1551.1nm、 λ_3 として1552.7nm、 λ_4 として1554.3nm、 λ_5 として1555.9nm、 λ_6 として1557.5nm、 λ_7 として1559.1nm、 λ_8 として1560.7nmとなり、8波の波長多重光源を実現できる。

【0048】反射素子16, 18-1~18-n, 22a, 22b, 28, 30-1~30-nは、例えば、光ファイバ・グレーティング又は多層膜ミラーなどからなる。入出力光の結合効率と製造の容易さを考慮すると、多層膜ミラーよりも光ファイバ・グレーティングが適している。光ファイバ・グレーティングは、その反射中心波長を、設計した各出力波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に合わせることが容易であり、狭帯域のものを得やすいので、設計仕様

40 50 【0049】上記各実施例では、出力波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$

は、基本的に受動素子である波長多重化分離素子 1 2, 2 4 及び反射素子 1 8-1 ~ 1 8-n, 3 0-1 ~ 3 0-n により決定されるので、半導体レーザに比べれば、出力波長の温度に対する変化が格段に小さく、従って、高精度の温度制御を施さなくても、出力波長の安定した多波長光源を得ることができ、信頼性も高くなる。また、波長数の増加に対しては、波長多重化分離素子 1 2, 2 4 として波長数の多いものを使用し、反射素子 1 8-1 ~ 1 8-n, 3 0-1 ~ 3 0-n を増設するだけで済むので、波長数が増えても装置はそれほど大型化しない。

【0050】上記実施例では、反射素子 1 6, 2 8 には出力波長 $\lambda 1 \sim \lambda n$ を決定する波長特性を持たせていないが、いうまでもなく、反射素子 1 6, 2 8 の反射特性にも波長特性をもたせても良い。その場合、反射素子 1 6, 2 8、波長多重化分離素子 1 2, 2 4 及び反射素子 1 8-1 ~ 1 8-n, 3 0-1 ~ 3 0-n の波長特性の積により、出力波長 $\lambda 1 \sim \lambda n$ 及びその品質が決定される。

【0051】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、安価、高信頼性及び高効率で多波長同時出力の多波長光源を非常に簡単な構成で実現できる。受動素子により出力波長を決定するので、波長安定

性が良く、高度な温度制御を必要としない。その結果、信頼性も高くなる。

【0052】励起光源からの励起光で発光させた第2励起光を反射部材により閉じ込めて、出力波長帯光を発生する発光元素を励起するので、高い励起光率を容易に実現でき、その結果、非常に高強度の出力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

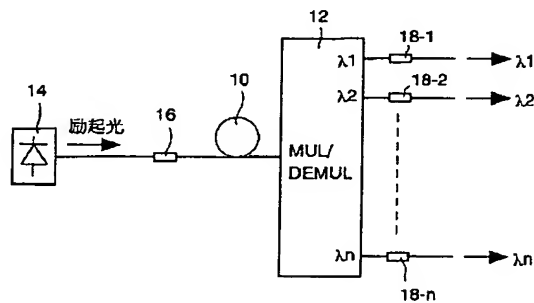
【図1】 本発明の第1実施例の概略構成ブロック図である。

【図2】 本発明の第2実施例の概略構成ブロック図である。

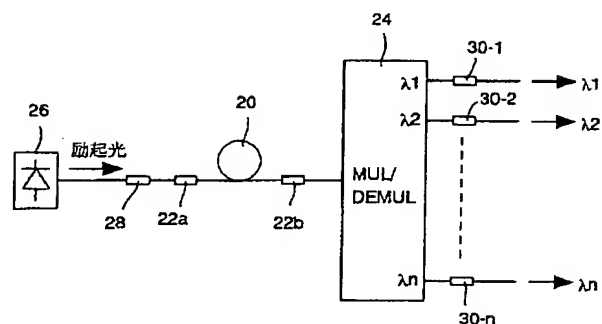
【符号の説明】

1 0 : 光増幅ファイバ
1 2 : 波長多重化分離素子
1 4 : 励起光源
1 6 : 反射素子
1 8-1 ~ 1 8-n : 反射素子
2 0 : 光増幅ファイバ
2 2 a, 2 2 b : 反射素子
2 4 : 波長多重化分離素子
2 6 : 励起光源
2 8 : 反射素子
3 0-1 ~ 3 0-n : 反射素子

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 谷 俊男

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電
信電話株式会社内